

**Versuche zur Vitaminierung von
Joghurt mit Ascorbinsäure
bzw. Natriumascorbat**

Michael Baumann

1965

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Professor Dr. L. Kotter

VERSUCHE ZUR VITAMINIERUNG VON JOGHURT
MIT ASCORBINSÄURE bzw. NATRIUMASCORBAT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Michael Baumann
aus
Buchenhüll

München 1965

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. L. Kotter

Referent: Professor Dr. L. Kotter

Tag der Promotion: 26. Februar 1965



UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

A. Einleitung

B. Hauptteil

1. Einleitung

2. Einleitung

3. Einleitung

4. Einleitung

5. Einleitung

6. Einleitung

In Dankbarkeit
meinen Eltern

7. Einleitung

8. Einleitung

9. Einleitung

10. Einleitung

11. Einleitung

12. Einleitung

13. Einleitung

C. Schluss

1. Einleitung

2. Einleitung

3. Einleitung

4. Einleitung

5. Einleitung

6. Einleitung

7. Einleitung

8. Einleitung

9. Einleitung

10. Einleitung

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	1
B. Literatur	2
I. Zur Joghurtherstellung	2
1. Kultur	2
2. Säurebildung	3
3. Konsistenz	3
4. Geschmack und Geruch	5
5. Fehler	5
II. Ascorbinsäure	6
1. Zur Chemie der Ascorbinsäure	6
2. Vorkommen der Ascorbinsäure	7
3. Ascorbinsäurebedarf	8
4. Mangelercheinungen	10
5. Schädigung des Vitamin C in der Milch durch Licht, Luft und Wärme	10
6. Der Einfluß von Bakterien auf Ascorbinsäure	12
7. Verwendung von Ascorbinsäure zur Vitaminie- rung von Milch und Milchprodukten	13
8. Gesetzliche Bestimmungen	14
C. Eigene Untersuchungen	15
I. Methodik	15
1. Untersuchung der Joghurtkulturen auf ihre Zusammensetzung	15
2. Verwendete Mischmilchen	15
3. Vitaminierung	15
4. Bestimmung der Ascorbinsäure bzw. des Na-Ascorbats	16
5. Bestimmung der Keimzahlen	17
6. Stäbchen:Kokken-Verhältnis	17
7. Säuerungsverlauf	18

	Seite
II. Besprechung der Untersuchungen	18
1. Untersuchungen über Vitamin-C-Gehalte	18
a) Natürliche Vitamin-C-Gehalte von Joghurt	18
b) Ascorbinsäure- bzw. Na-Ascorbat-Gehalte von vitaminiertem Joghurt während Reifung und Lagerung	18
2. Bakteriologische Untersuchungen	19
a) Keimzahlbestimmungen	19
b) Bestimmung des Verhältnisses Stäbchen/Kokken	27
3. Die Säuerung im vitaminisierten Joghurt	27
a) Der potentielle Säuregrad	27
b) Der aktuelle Säuregrad	27
4. Zusammenfassung der Ergebnisse über den Keim- gehalt, Verhältnis Stäbchen : Streptokokken und Milchsäuregehalt während Herstellung und Lagerung	28
5. Organoleptischer Befund	28
D. Diskussion	29
E. Zusammenfassung	32
F. Literaturverzeichnis	33
G. Lebenslauf	42

A. EINLEITUNG

Die Milch ist ein Lebensmittel mit besonders hohem und vielseitigem Nährwert. Von hundert Substanzen, die in der menschlichen Nahrung in genügender Menge vorhanden sein müssen, enthält sie fast alle in harmonischer Kombination und bietet außerdem der Darmflora den Nährboden, der diese befähigt, endogene Aminosäuren aufzubauen. Auch eine große Anzahl an Krankheiten ist durch eine Milchdiät günstig zu beeinflussen, und bei Kindern sowie schwangeren und stillenden Frauen ist die Milch ein einzigartiger Nährstofflieferant, auch im Hinblick auf Vitamine (38, 59, 91).

Da das Angebot an Vitaminen in der Nahrung vor allem jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, versucht man schon seit längerer Zeit, Lebensmittel mit bestimmten Vitaminen anzureichern. Die Milch hat sich hierzu als geeignetes Vehikel erwiesen. Bei der Vitaminierung mit Ascorbinsäure ergaben sich jedoch Schwierigkeiten, da der scharf saure Geschmack des Vitamin C zu geschmacklichen Beeinträchtigungen führt (25, 26, 27, 80, 81, 94).

Auf der Suche nach einem Lebensmittel, das für die Vitaminierung mit Ascorbinsäure geeignet ist, tauchte der Gedanke auf, hierzu Joghurt zu verwenden. Mir war deshalb der Auftrag erteilt worden, Joghurt-Kulturen auf ihre Verwendbarkeit zur Vitaminierung mit Ascorbinsäure zu untersuchen.

B. LITERATUR

I. Zur Joghurtherstellung

1. Kultur:

Joghurt besteht aus einer Mischkultur (40) des *Lactobacillus* (Lb.) *bulgaricus* und des *Streptococcus* (Str.) *thermophilus* in Milch. Die Bakterien der Joghurtkultur leben in einer Symbiose, die nach PETTE und LOKEMA (55) auf einer Stimulierung der Kokken durch die Langstäbchen beruht. Nach DORNER (16) wird auch das Wachstum vom Lb. *bulgaricus* durch Str. *thermophilus* begünstigt, der durch schnelles Wachstum das Redoxpotential erniedrigt und anaerobe Bedingungen schafft.

Es erhebt sich nun die Frage, ob es, wie im Säurewecker, erwünscht oder sogar notwendig ist, von jeder Art mehrere Stämme in der Mischkultur zu haben. PETTE (53) verneint das; denn je einfacher eine Kultur ist, desto konstanter sind ihre Eigenschaften.

Wenn Str. *thermophilus* oder Lb. *bulgaricus* für sich allein in Milch bei 45°C gezüchtet werden, dauert es 4 bis 5 Stunden bis zur Dicklegung. Werden sie aber zusammen gezüchtet, so dauert es nur 2 bis 2 1/2 Stunden.

Untersuchungen über die Ursache dieser Stimulierung ergaben (84), daß gewisse Aminosäuren, unter denen das Valin am wichtigsten ist, stimulierend wirken. Es wurde weiter bewiesen, daß eine Kultur von Lb. *bulgaricus* in Milch das Valin aus dem Kasein freisetzt (56, 59, 66).

Am Anfang wachsen die Kokken schneller als die Stäbchen. Nachher werden die Kokken aber durch die entstehende Säure stärker geschädigt und die Stäbchen wachsen dann schneller als die Kokken. Das Verhältnis der Kokken und Stäbchen bei der Joghurtzüchtung ist also Verschiebungen unterworfen (58, 66).

SCHULZ (71) weist darauf hin, daß nur Kulturen verwendet werden sollen, die 14 Tage in einer auf 90°C erhitzten Milch weitergezüchtet wurden.

Das Inoculum und die Dauer der Bebrütung beeinflussen das Verhältnis von Streptokokken zu Stäbchen (58). Ist die Bebrütungszeit zu kurz, so verschwin-

den die Stäbchen, ist sie zu lang, so verschwinden die Kokken. Da das Temperaturoptimum für *Str. thermophilus* etwas tiefer liegt als das für *Lb. bulgaricus*, wird durch niedrigere Bebrütungstemperatur der *Str. thermophilus* gefördert. Für die Qualität des Joghurts ist ein Verhältnis von Stäbchen zu Kokken im Endprodukt bei 1:1 am besten (40). WEIL (87) ist für ein Verhältnis von 1:1, 2 bis 1:2 im Endprodukt.

2. Säurebildung:

Die jeweilige totale Säuremenge ist die Summe der durch beide Bakterienarten gebildeten Mengen.

Verzögerungen der Säuerung hängen mit einer Störung des Verhältnisses der Kokken zu den Stäbchen zusammen, weshalb es bei ungenügenden Kontrollen leicht zu Fehlprodukten kommt.

Auch Penicillin oder Bakteriophagen kommen als "Störer" in Betracht; schon geringe Mengen von Penicillin (0, 01 I.E./ml Milch) verzögern die Säuerung erheblich (53, 54).

ZEILINGER und BINDER (92) konnten durch schrittweise Erhöhung der Züchtungstemperatur eine Joghurtkultur in ihren Eigenschaften so verändern, daß sie bei gleicher Dicklegungszeit nur bis zu 20° SH säuerte. Der damit hergestellte Joghurt zeigte die typische Konsistenz einer Labgerinnung, hatte aber sonst die gleichen Eigenschaften wie normaler Joghurt. Normaler Joghurt hat im Endstadium eine Azidität von 38-42° SH (57).

3. Konsistenz:

Die Festigkeit des Joghurts hängt ganz erheblich von der Zusammensetzung der Milch ab (53). Auch Temperatureinflüsse sind von Bedeutung: Zu niedrige oder zu hohe Temperatureinflüsse beeinträchtigen die Festigkeit. Die beste Pasteurisierungstemperatur liegt bei 85° bis 90°C, mit einer Verweildauer von ca. 5 Minuten. Meist verwendet man eine pasteurisierte Trinkmilch mit einem Fettgehalt von 3%.

Nach WAUSCHKUHN (86) sollte für die Herstellung von Joghurt Milch mit hohem Eiweißgehalt verwendet werden, da durch das Eindicken nicht nur der

Eiweißgehalt, sondern auch die Milchzucker- und Salzgehalte erhöht werden und so geschmackliche Beeinträchtigungen möglich sind (12).

In den USA wird zur Joghurtbereitung Vollmilch mit hohem Fettgehalt verwendet (67), sofern der Joghurt für Schlankheitsdiät vorgesehen ist, Milch mit einem Fettgehalt von nur 0,5%. Im allgemeinen wird in den USA Milch mit einem Fettgehalt von 4 - 5% kurzzeiterhitzt, abgefüllt und dann einer Nacherhitzung auf 88 - 91°C unterzogen. Nach der Abkühlung auf 45°C wird mit 2% der Mutterkultur beimpft. Die Dicklegungszeit beträgt 2,5 Stunden, der dabei erreichte Säuregrad 0,65%.

Nach GOLL (21) wird die Milch bei 50°C mit 3 - 5% Joghurt-Kultur beimpft und in Joghurtgläser gefüllt. Diese Gläser werden dann bei einer Temperatur von 27 - 30°C der Reifung überlassen, die absinkende Temperatur verhindert eine Übersäuerung und nach etwa 4 - 6 Stunden ist die Ausreifung des Joghurts abgeschlossen.

Das Temperaturoptimum des *Str. thermophilus* liegt bei etwa 40 - 42°C, das des *Lb. bulgaricus* bei 40 - 50°C. Das Temperaturoptimum liegt nach PETTE (53), im Falle der 2,5%igen Beimpfung, bei 42°C. Aus keimarmen Milchen hergestellter Joghurt weist eine bessere Festigkeit auf, als ein Erzeugnis aus Milchen mit hohem Keimgehalt.

Sinnenprüfungen zeigten, daß sich aus Milch mit einer Gesamtkeimzahl von mehr als 50 Mill. Keimen/ml und erhöhtem Säuregrad kein guter Joghurt herstellen läßt. Wenn man eine solche leicht saure Milch erhitzt, abkühlt und anschließend mit einer Joghurt-Kultur beimpft, so erhält man einen griesigen Joghurt, der stark Molke abscheidet und nach unreiner Buttermilch schmeckt. Guter Joghurt hat als Fertigprodukt Keimgehalte von 350 bis 500 Millionen/ml (12).

Homogenisiert man die Milch bei 50 - 60°C und etwa 200 kg/cm² Druck, so erhält man ohne Erhöhung der Trockenmasse festeren Joghurt. Die Amerikaner stellen Joghurt auch aus pasteurisiertem (5 Min. bei 85°C) und homogenisiertem Rahm mit einem Fettgehalt von 12% her (33); die Impfmenge beträgt 2,5%, die Bebrütung dauert 2 1/2 bis 3 1/2 Stunden bei 45°C, als Endsäuregrad werden 35 bis 40° SH angegeben. Das Produkt soll von sehr guter Konsistenz sein und geschmacklich sehr ansprechen.

Nach RANSON (61) wird Rahm zur Joghurtherstellung 30 Min. bei 82,2°C pa-

sterilisiert, auf 60°C abgekühlt, sodann bei 210 kg/cm² Druck homogenisiert. Nach Abkühlung auf 40, 5°C wird dem Rahm ein Joghurt-Säurewecker zugegeben (2, 5%) und 6-8 Stunden bei 35 - 37, 5°C gehalten, bis eine Azidität von 0, 65 - 0, 70% Milchsäure erreicht ist.

Der Verbraucher erwartet heute nach SCHULZ (70) als Joghurt ein Milcherzeugnis von typischem, angenehmem Geschmack, das in seiner Konsistenz geleeartig und stichfest ist und weder Molke ausscheidet noch suppig aussieht.

4. Geschmack und Geruch:

Ein guter Joghurt soll sauer sein und nicht fad, aber auch nicht zu sauer schmecken. Der richtige Säuregrad liegt in Milch mit 2 - 3% Fett und einem normalen Trockensubstanzgehalt bei 38 - 42° SH (53).

Der Joghurt soll auch nicht zu bitter sein, obwohl guter Joghurt leicht bitter ist. Die bittere Komponente muß durch das typische Joghurt-Aroma überdeckt sein. Dieses Aroma wird erst bei hohem Säuregrad von den Stäbchen entwickelt (57). Man kann die Aromasubstanz abdestillieren. Im Destillat läßt sich mittels der Acetaldehyd-Farbstoffreaktion Acetaldehyd nachweisen (73, 83), jedoch scheint dieses nur eine Aromakomponente zu sein. Schnelle Abkühlung nach der Herstellung und Aufbewahrung im Kühlraum sind für die Joghurtgüte von großer Bedeutung (84).

5. Fehler:

Auf Grund von Untersuchungen handelsüblicher Joghurtproben kommen DE VLEESCHAUWER, OKERMAN und NAUDTS (84) zu dem Ergebnis, daß auf die Herstellung des Joghurts nicht genügend Sorgfalt verwendet wird; das gilt besonders in bakteriologischer Hinsicht. Die meisten Fehler äußern sich im Geschmack, der zu sauer, matsauer, ohne typischen Joghurtgeschmack, zu fade, unrein und bitter sein kann. Ferner wurden Konsistenzfehler, wie Molkenausscheidung, ungenügende Festigkeit, grießige und wenig visköse Struktur nachgewiesen. Um guten Joghurt zu erhalten, muß einwandfreie Mutterkultur verwendet werden. Eine Kulturzugabe von 2, 25 - 2, 5% ergab dann gute Resultate, wenn 2 Stunden bei 45°C bebrütet wurde.

Bei überreifem Joghurt kommt es schnell zur Molkenausscheidung (53). Im

allgemeinen wird die Molkenausscheidung von den gleichen Faktoren beeinflusst, welche die Strukturfestigkeit beeinträchtigen. Schlecht gereinigte Flaschen verursachen oft eine örtliche Molkenausscheidung (34, 35).

Haltbarkeitsprüfungen bei 15°C ergaben große Unterschiede; die durchschnittliche Haltbarkeit betrug 4 - 5 Tage. Es wurde daher empfohlen, regelmäßig zu prüfen, wie lange der Joghurt bei 15°C haltbar ist (72).

II. Ascorbinsäure

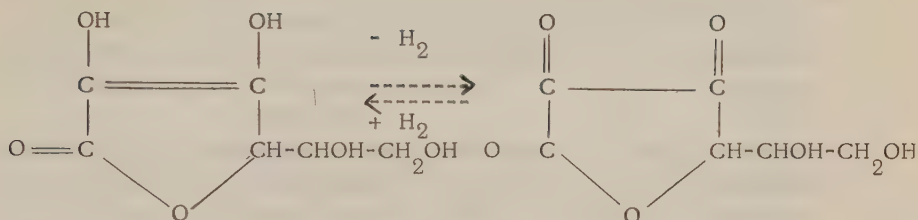
1. Zur Chemie der Ascorbinsäure:

Ascorbinsäure oder Vitamin C, auch als antiskorbutisches Vitamin, Antiskorbutin oder Hexuronsäure bezeichnet, bildet farblose, monokline Kristalle von pseudo-ortho-rhombischem Aussehen und sauerem Geschmack. Sie ist in Wasser leicht (1:3), in Äthanol und Methanol schwer löslich. Die Substanz ist unter Lichtschutz stabil, zersetzt sich jedoch unter Einwirkung von Feuchtigkeit und Luftsauerstoff und zeigt dann gelbe bis bräunliche Verfärbung. Gegenüber Oxydationsmitteln und Schwermetallen ist Vitamin C sehr empfindlich (42, 47, 88).

Ascorbinsäure besitzt starkes Reduktionsvermögen. Die meisten gebräuchlichen Bestimmungsverfahren sind daher auf der Oxydimetrie aufgebaut (23, 47).

Die physiologische Wirkungsweise der Ascorbinsäure ist vor allem in ihrer Eigenschaft als Redoxkörper zu suchen. Im Zellstoffwechsel ist sie in der Lage, reversibel Wasserstoff zu übertragen. Die Ascorbinsäure geht dabei unter Ausbildung eines Gleichgewichtes, das von den jeweiligen Oxydationsbedingungen des Milieus abhängt, in Dehydroascorbinsäure über. Die Dehydroascorbinsäure kann unter Wasserstoffaufnahme in gewissem Umfang wieder zu Ascorbinsäure reduziert werden. Dieser Reduktionsvorgang erfolgt im Organismus vorwiegend unter dem Einfluß von Glutathion und Cystein, während andere Substanzen wie Rutin, Quercetin und Hesperidin, deren Redoxpotentiale niedriger sind, Vitamin C vor vorzeitigem oxydativem Abbau zu schützen vermögen (18, 42, 65, 88).

Chemische Formel:



Ascorbinsäure

Dehydroascorbinsäure

Vitamin C steigert die Wirkung einer Reihe von Fermenten wie Kathepsin, Arginase, Phosphatase, Tyrosinase und Urease. Auch die Arbeitsleistung der Muskulatur kann durch Vitamin-C-Gaben erhöht werden. Schließlich unterstützt es die Wirkung bestimmter Hormone bzw. fördert deren Biosynthese (31, 46, 47).

Erst in den letzten Jahren gelang es, die Aufgabe der Ascorbinsäure bei der Steroidhormonsynthese aufzudecken. Dem Vitamin C kommt bei Hydroxylierungsprozessen die Funktion eines Wasserstoffdonators zu. Es ist somit an der Biosynthese der Corticosteroide beteiligt. Darüber hinaus übt das Vitamin C in der Nebenniere einen oxydativen Schutz für das Adrenalin aus. Ob es auch an den verschiedenen Hydroxylierungsreaktionen bei der Bildung von Adrenalin aus Phenylalanin bzw. Tyrosin beteiligt ist, ist noch nicht eindeutig geklärt. Die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen es wohl als berechtigt erscheinen, Vitamin C als universellen Aktivator des Zellstoffwechsels zu bezeichnen (31, 42, 47, 65, 88).

2. Vorkommen der Ascorbinsäure:

Ascorbinsäure kommt in allen lebenden Geweben vor, besonders reichlich in grünen Pflanzen, weniger in Hackfrüchten, unter denen allerdings die Kartoffel bei unseren Ernährungsverhältnissen die wichtigste Vitamin-C-Quelle für die menschliche Versorgung ist.

Von den tierischen Organen sind Nebennieren, Hypophysenvorderlappen, Corpus luteum, Kammerwasser und Linse sowie die Leber besonders reich an Vitamin C (47, 88).

Im einzelnen enthalten pflanzliche und tierische Gewebe folgende Mengen an Vitamin C in mg/100 g:

Hagebutten	250-1400	Leber	20-70
Zitronen	50	Nebenniere	40-100
Äpfel	7	Hypophysen VL	160
Spinat	20-50	Corpus luteum	115
Kopfsalat	12	Kuhmilch	1-2
Kartoffeln	6-25	Blut (serum)	0,2-1

Der Vitamin-C-Gehalt von nativer Kuhmilch (K) und von sterilisierter Milch (ST) sind der nachfolgenden Zusammenstellung zu entnehmen, die das Ergebnis einer Studie enthält, bei der der Gehalt an den Vitaminen A, B₁, C und E in ihren Schwankungen zwischen den einzelnen Monaten erfaßt wurde (85).

Monat	K		ST		K		ST		K		ST		K		ST	
	A in IE		B ₁ in <i>g</i>		C in mg		E in <i>g</i>									
J	12	0	10	5	0	0	25	8								
F	16	0	11	5	0	0	25	8								
M	20	0	15	6	0	0	25	9								
A	22	0	16	8	1,8	0	30	12								
M	110	32	35	22	3	0	32	18								
J	120	42	40	25	8,5	0	58	30								
J	132	38	44	27	9	0	76	39								
A	150	43	47	25	8,3	0	52	31								
S	165	39	44	22	6,2	0	45	26								
O	100	24	40	19	3,8	0	40	16								
N	44	0	36	10	2,4	0	36	11								
D	22	0	24	5	1,8	0	25	10								

Bei der Sterilisation wird also Ascorbinsäure zerstört.

3. Ascorbinsäurebedarf:

Über den Tagesbedarf des Menschen an Vitamin C herrscht noch keine einheitliche Auffassung. So wird der Minimalbedarf des Menschen vom British

Medical Research Council mit 5 - 10 mg veranschlagt und eine tägliche Zufuhr von 30 mg für ausreichend und genügend gehalten. UHL (82) weist darauf hin, daß verschiedene Beobachtungen ein Optimum erst beim 10fachen des Minimalbedarfs wahrscheinlich machen. Somit würde die optimale Zufuhr für den Menschen bei 50-100 mg pro Tag liegen.

KRAINZ (36) stellte bei jungen, gesunden Soldaten, die bestimmte Übungen auszuführen hatten und eine Standardkost erhielten, im Frühjahr einen Vitamin-C-Mangel fest. Außerdem beobachtete er bei Personen mit reichlicher Vitamin-C-Versorgung ein schnelleres Zurückgehen von Ermüdungserscheinungen nach stärksten körperlichen Anstrengungen. Er fordert täglich 180 mg Ascorbinsäure.

Auf Grund von Versuchen gibt NAMYSLOWSKI (50) folgende Vitamin-C-Bedarfswerte je Tag an: 200-250 mg während eines normalen Skitrainings, 300-400 mg für Tage, an denen Skilangläufe durchgeführt wurden, 100-150 mg bei geistiger Betätigung. Magen-Darmerkrankungen haben bei Kindern starke C-Hypovitaminosen zur Folge, die bis zur Avitaminose führen können. Bei akuten Erkrankungsformen ist Hypovitaminose schon nach 4-5 Tagen nachzuweisen. Hier werden tägliche Gaben bis zu 200 mg Ascorbinsäure empfohlen (29).

SCHEUNERT (64) hält 75 mg Vitamin C als Tagesbedarf nicht für zu hoch gegriffen. An Hand eines 8 Monate umfassenden Versuches an 10 Gruppen von je 240 - 450 in einem Industriewerk arbeitenden Personen wird nachgewiesen, daß Zulagen von täglich 100 bzw. 300 mg synthetischer Ascorbinsäure eine Herabsetzung der prozentualen Erkrankungsziffern von durchschnittlich 100 auf 32 bzw. 33,6% bewirkt haben. Zugaben von 20 bzw. 50 mg hatten hingegen keinen Einfluß. Sehr hohe Dosen, ca. 4 - 6 g täglich, sollen heftige Schmerzen bei Polyarthritis, Intoxikationen und bei spastischen Erkrankungen erstaunlich rasch, oft schlagartig bessern (65, 88, 94, 95).

Unter rund 1200 untersuchten Personen nahmen 65% der Männer und 40% der Frauen im Jahresmittel pro Tag weniger als 75 mg Vitamin C zu sich, welche die Deutsche Gesellschaft für Ernährung als notwendig ansieht. Das gilt vor allem für Schulen, Universitäten und Großbetriebe, da bei Massenverköstigungen das Angebot an Vitamin C gering ist (62, 79, 88, 93, 94).

4. Mangelercheinungen:

Die meisten Tiere sind zur Eigensynthese der Ascorbinsäure befähigt. Der Mensch und einige Warmblüter wie Affen, Meerschweinchen, Präriehunde und Rehe sind dagegen auf exogene Zufuhr angewiesen (51, 69, 88). Nur bei diesen Species tritt die typische C-Avitaminose, der Skorbut, in Erscheinung. Das Krankheitsbild ist gekennzeichnet durch multiple, kleinere oder größere Blutungen in Haut und Muskulatur des Rumpfes, der Glieder, in Zahnfleisch, Periost und Gelenken. Das Zahnfleisch wird weich und ödematös und ist für Infektionen anfällig, die Zähne lockern sich und fallen schließlich aus. Muskulatur und Gelenke werden schmerzhaft. Nicht selten treten Anaemien und dystrophische Erscheinungen hinzu (42, 47, 88).

Sehr verbreitet sind heute latente Vitamin-C-Mangelzustände, die als präskorbutische Formen bezeichnet werden. Sie führen häufig zu einer Herabsetzung des Allgemeinbefindens und der Leistungsfähigkeit. Für die Diagnose dieser Mangelercheinungen ist die Bestimmung des Sättigungsdefizites, d.h. des Vitamin-C-Gehaltes im Blutplasma bedeutungsvoll (4, 5, 42, 49, 69).

5. Schädigung der Ascorbinsäure in der Milch durch Licht, Luft und Wärme:

Unter den Nahrungsmitteln spielt die Milch für Menschen aller Altersstufen, insbesondere aber für den Säugling eine große Rolle, nicht zuletzt, weil sie ein bedeutsamer Vitaminträger ist, wie die untenstehende Aufstellung zeigt (51, 65, 75).

Vitamingehalt der Milch je 100 g:

Vitamin A	0,03- 0,06 mg	Nikotinsäureamid	0,1-0,4 mg
Karotin	0,03 mg	Vitamin B ₆	0,1-0,3 mg
Vitamin D	0,5 -10 I.E.	Pantothensäure	0,1-0,4 mg
Vitamin E	0,1 - 0,2 mg	Biotin	0,003 mg
Vitamin K	0,002 mg	Folsäure	0,005 mg
Vitamin B ₁	0,04 mg	Cholin	15 mg
Vitamin B ₂	0,1 - 0,2 mg	Vitamin C	0,5-2,5 mg

Ganz frische Kuhmilch enthält zumeist 2 - 2,5 mg Vitamin C. Bekanntlich nimmt der Vitamin-C-Gehalt in der Milch durch Oxydation von der Luft her rasch ab, so daß die zum Konsum gelangende Kuhmilch nur noch einen Bruchteil des ursprünglichen Vitamin-C-Gehaltes aufweist (37).

Fluoreszierendes Licht und Sonnenlicht haben einen bemerkenswerten Einfluß auf die Qualität von Milch und Milcherzeugnissen. So konnte für Milch, die in einem gut erleuchteten Schaukasten gelagert wurde, eine Abnahme der Ascorbinsäure notiert werden (9, 32).

Diffuses Tageslicht zerstört das Vitamin C bereits innerhalb weniger Stunden und direktes Sonnenlicht bereits innerhalb weniger Minuten. Rotes und braunes Licht schonen es am meisten, und zwar genügen schon relativ helle Tönungen, um das Vitamin C fast völlig zu schützen (13, 37).

Bei der Dauerpasteurisierung der Milch betragen die Vitamin-C-Verluste etwa 20%, bei der Kurzzeiterhitzung aber nur 5 - 10%. Die "Sterilisation" in Flaschen (30 Minuten bei 110°C) läßt die Verluste an Vitamin C auf etwa 50% ansteigen (37, 90).

Nach Versuchen von RANDOIN und PERRITEAN (60) soll die Milch beim Pasteurisieren kein Vitamin C verlieren. Bei 3 Minuten dauerndem Erhitzen auf 100°C geht der Ascorbinsäuregehalt von 25 mg/l auf 17 mg/l und nach 10 Minuten "Sterilisieren" bei 110°C von 25 mg/l auf 14 mg/l zurück.

BABAJEW (3) gibt die Vitamin-C-Verluste bei kurzem Kochen mit 11-12% an. DAVIDOV (14) untersuchte die Vitamin-C-Verluste bei mehrmaligem Erhitzen der Milch. Nach der 1., 2., 3. und 4. Pasteurisierung bei 85°C fiel der Vitamin-C-Gehalt auf 88%, 58%, 26% und 16% des Ausgangswertes ab.

In einer sehr eingehenden Veröffentlichung von MOURIQUAND (48) wird darauf hingewiesen, daß die Milch durch 10 - 15minütiges Kochen im Vitamin-C-Gehalt weniger als 10% abnimmt, wenn man die Bestimmung unmittelbar danach vornimmt. Zwei Stunden später betragen die Verluste bereits 30 - 60% des Anfangsgehaltes. Die gleichen Beobachtungen machte MOURIQUAND (48) bei Untersuchungen über die Vitamin-C-Verluste in sterilisierter Milch.

GODED (20) stellte fest, daß der Ascorbinsäuregehalt während des Melkens zunimmt und bei einer Lagerungstemperatur von 10°C mit der Zeit abnimmt. Bei 20°C betrug der Verlust an Ascorbinsäure in Milch, in Gegenwart von komprimiertem Sauerstoff, schon innerhalb einer Stunde 59%. Im Verlauf der weiteren Sauerstoffeinwirkung wurden die Verluste an Vitamin C immer geringer. Nahezu vollständig wird die Ascorbinsäure beim Pasteurisieren unter

Sauerstoffdruck zerstört. Bei einer Zugabe von 100 mg/100 ml Milch unter Sauerstoffeinwirkung stiegen die Verluste nicht über 42% an (6, 24, 44, 76).

6. Der Einfluß von Bakterien auf Ascorbinsäure:

Die Milch erleidet vom Melken bis zum Verbrauch Verluste an Vitamin C. Gewisse in der Milch vorkommende Bakterienarten besitzen nach KUTSCHMI (41) die Fähigkeit, in steriler Milch Vitamin C zu bilden. So wird ein Stamm Nr. 19 genannt, der den Vitamin-C-Gehalt in 24 Stunden um 166%, in 48 um 208% und in 72 Stunden um 256% erhöht. Solche Stämme wurden zur Herstellung von Sauermilchpräparaten empfohlen.

Auf der Suche nach einem geeigneten Verfahren, Milch und verschiedene Milchprodukte mit Vitamin C anzureichern, fanden PALLADINA und ANOSCHKINA (52), daß bei der Milchsäuregärung das durch die thermische Wirkung zerstörte Vitamin C wieder ersetzt wird. Diese Wirkung besitzt ein Säurewecker aus *Str. lactis*, *Str. cremoris* und *Leuconostoc citrovorum*. Die meisten Milchsäurestäbchen verändern den Vitamin-C-Gehalt nicht, manche besitzen aber die Fähigkeit, das Vitamin C zu synthetisieren, oft sogar in hohem Grade (4).

Auch ESSELEN (17) untersuchte, ob Bakterien einen Einfluß auf die Ascorbinsäureoxydation ausüben. Als Ergebnis wurde ermittelt, daß die meisten der untersuchten Organismen die Oxydation der Ascorbinsäure beträchtlich verzögerten, besonders dann, wenn sie in einem Medium wuchsen, das ein gut verägbares Kohlehydrat enthielt. Es wurde der Schluß gezogen, daß Bakterien hinsichtlich des Verlustes von Ascorbinsäure in Nahrungsmitteln keine ursächliche Rolle spielen.

Nach Untersuchungen von HOROWITZ-WLASSOWA und BUCHMANN (28) wird Ascorbinsäure durch verschiedene Mikroorganismen zerstört. Sehr aktiv in dieser Beziehung zeigte sich hier der *Bacillus subtilis*. Eine intensiv zerstörende Wirkung sollen auch die typischen Milchsäurebakterien besitzen; *Lb. bulgaricus* zerstörte nach 3 Tagen 51% der Ascorbinsäure, *Lb. leichmannii* 60, 3% und *Lb. acidophilus* zerstörte diese vollkommen.

Nach BROCHU, RIEL und VEZINA (11) wird durch die Milchsäurebakterien während der ersten Wachstumsphase ausnahmslos Ascorbinsäure verbraucht, offenbar zur Herstellung des für die mikroaerophilen Keime notwendigen niedrigen Redoxpotentials. Nach Dicklegung der Milch und während des Ver-

laufs der zweiten Phase wird das Vitamin C entweder so ziemlich wieder auf den Ausgangswert rekonstituiert oder aber in einem Ausmaß synthetisiert, das den Ausgangswert zum Teil wesentlich überschreitet.

Allgemein kann gesagt werden, daß Milch während der anfänglichen raschen Keimvermehrung bis zur Koagulierung einen gewissen Vitamin-C-Verlust erleidet, der aber später teilweise oder auch vollständig ausgeglichen wird. Es bleibt die Frage, ob dieser Zuwachs nun tatsächlich auf einer Neubildung infolge bakterieller Synthese zurückzuführen ist oder ob er nur auf einer mit dem weiteren Wachstum der Keime irgendwie verbundenen Freisetzung von Vitaminen beruht.

7. Verwendung von Ascorbinsäure zur Vitaminierung von Milch und Milchprodukten:

Um eine negative Bilanz in der Versorgung mit Vitaminen auszugleichen, wurden bei uns wichtige Grundnahrungsmittel vitaminisiert (10, 51, 85). Dies wurde dadurch begünstigt, weil es nun möglich ist, verschiedene Vitamine in größerer Menge zu wirtschaftlich tragbaren Preisen zu synthetisieren. Ein Teil der Margarine wird schon seit dem Jahr 1953 mit Vitamin A und Vitamin D angereichert (76).

Bis jetzt beschränkte sich die Vitaminierung von Lebensmitteln im wesentlichen auf die Vitamine A und D (1, 2, 22, 30, 63, 85). Es ist jedoch bekannt, daß der menschliche Körper keine Vorräte an Ascorbinsäure anlegen kann, so daß in der Winter- und Frühjahrsperiode ein avitaminöser Zustand bei einer größeren Anzahl von Konsumenten eintreten kann. Die so entstandenen klinischen Symptome sind als sogenannte Frühjahrmüdigkeit allgemein bekannt (90, 94, 95).

Die Frage der Vitaminierung von Lebensmitteln mit Ascorbinsäure ist jedoch bis heute noch nicht gelöst. BESSONOW und WOLFSON (8) versuchten Milch mit 10 mg% Ascorbinsäure anzureichern und stellten weder geschmackliche Abweichungen noch Kaseinkoagulation fest. Beim Erhitzen der Milch auf 100°C im Verlauf von 10 Minuten gingen 40%, bei schnellem Pasteurisieren 10% der Ascorbinsäure verloren. Die Aufbewahrung der vitaminisierten Milch bei 4 - 6°C über 20 Stunden führte noch zu keinem Verlust. Kefir aus vitaminierter Milch enthielt nach 24 Stunden noch 89% der ursprünglichen Vitaminmenge, nach weiteren 24 Stunden noch 87% und nach 3 Tagen noch 78%.

FRAGNER, BLATNA und MANOUSKOVA (19) machten Versuche, Zucker und Salz mit Ascorbinsäure anzureichern. Nach Angabe der sowjetischen Literatur versuchte STEFANOVA (77) gewöhnliche Trinkmilch und Kefir mit Vitamin C zu vitaminieren. Lediglich LÜCK (43) sowie SULC und HOLKOVA (78) wollten Ascorbinsäure in ein Lebensmittel mit saurem Geschmack einbauen, um so den säuerlichen Geschmack der Ascorbinsäure zu überdecken. Es schien vorteilhaft, zu dieser Vitaminierung den Joghurt als Vehikel zu benützen.

8. Gesetzliche Bestimmungen:

Die Vitaminierung von Milch- und Milchprodukten ist grundsätzlich nicht verboten. Schwierigkeiten treten jedoch bei vitaminierter Milch auf, wenn dafür ein erhöhter Preis gefordert werden soll, da die Preise für in Molkereien bearbeitete Trinkmilch bundeseinheitlich festgelegt sind (96) und eine Vitaminierung schwer möglich ist, wenn dafür kein Mehrpreis verlangt werden darf.

Die Landesregierungen sind allerdings befugt (96), Zuschläge für ultraviolett bestrahlte oder durch Zusatz vitaminisierte Milch zu gestatten.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Methodik

1. Untersuchung der Joghurtkulturen auf ihre Zusammensetzung:

Aus 3 verschiedenen Kulturen wurden jeweils 20 Langstäbchen und 20 Streptokokken über 3malige Plattenpassagen isoliert und weiter differenziert, wie bei KUNDRAT (39) angegeben. Sämtliche Langstäbchen konnten als *Lactobacillus bulgaricus*, alle Streptokokken als *Streptococcus thermophilus* identifiziert werden. Nach BERGEY (7) wurde zur Isolierung von *Lb. bulgaricus* Tomaten-Hefeextrakt-Dextrose-Agar, für *Str. thermophilus* ein Bouillon-Agar verwendet. Die Kulturen wurden bei 42°C im Wasserbad gezüchtet. Die Impfmenge betrug in jedem Fall 2%. Für das Inoculum wurden jeweils 24 Stunden alte Kulturen verwendet.

2. Verwendete Mischmilchen:

Die Milch wurde als Mischmilch aus einer Münchner Großmolkerei bezogen. Sie wurde zuvor in sogenannten Plattenerhitzern aus nichtrostendem Stahl auf 86°C hoherhitzt.

Für jeden Ansatz wurden 10 Liter Milch verwendet, die nach Beimpfung und Zugabe des Vitamin C bzw. Na-Ascorbats in sterile, handelsübliche Joghurtgläser mit einem Fassungsvermögen von 200 ml abgefüllt, zugedeckelt und dann bei 42°C bebrütet wurden.

3. Vitaminierung:

Nachdem die auf 42°C temperierte Milch mit der jeweiligen Kultur zu 2% beimpft worden war, wurde die Vitaminlösung - jeweils in 100 ml sterilem Wasser - dem 10 Liter-Ansatz zugegeben. Die Ascorbinsäure bzw. die entsprechende Menge Na-Ascorbat wurde unter sterilen Kautelen abgewogen, in 100 ml steriles Wasser in Demeter-Flaschen mit Stöpsel und Glasstab gegeben und durch vorsichtiges Schwenken vollkommen gelöst. Hierauf erfolgte unmittelbar die Zugabe zum Joghurt-Ansatz. Die Dosierungen an Ascorbinsäure bzw. Na-Ascorbat waren jeweils 50, 100, 200, 400 und 800 mg pro 1 Liter Milch, was einem Vitamingehalt in den Joghurtflaschen von 10, 20, 40, 80 und 160 mg pro 0,2 Liter entspricht.

Bei den Vitaminbestimmungen wurde jeweils der natürliche Vitamin-C-Gehalt in Abzug gebracht, sowie die Verdünnung, durch den Zusatz des sterilen Wassers, respektiert.

4. Bestimmung der Ascorbinsäure bzw. des Na-Ascorbats:

Ascorbinsäure besitzt ein stark ausgeprägtes Reduktionsvermögen. Die meisten gebräuchlichen Bestimmungsverfahren sind daher auf der oxydimetrischen Titration aufgebaut. Die klassische Vitamin-C-Titration ist die Bestimmung mit 2, 6 Dichlorphenolindophenol-Lösung nach I. TILLMANS (23, 47).

140 mg des Farbstoffes wurden in einem Mörser mit Wasser zerrieben, die Lösung dekantiert und der Rückstand wieder mit Wasser verrieben. Die Lösung wurde dann auf 500 ml aufgegossen und filtriert. Der Titer der Farbstofflösung wurde mit Ascorbinsäure bzw. Na-Ascorbat in der Weise bestimmt, daß 0, 5 ml einer oxalsauren 0, 001 n Ascorbinsäurelösung mit der Farbstofflösung titriert wurde. Die 0, 001 n oxalsaure Ascorbinsäurelösung wurde durch Lösen von 22 mg Ascorbinsäure in Wasser, dem man 10 ml Oxalsäurelösung zugefügt hatte, und Verdünnen der Lösung auf 250 ccm hergestellt. Der Gehalt der Lösung an Ascorbinsäure wurde mittels Titration mit 0, 01 n Jodlösung kontrolliert. 1 ml 0, 01 n Jodlösung entspricht 0, 88 mg Ascorbinsäure. 1 mg Ascorbinsäure entspricht 1, 124 mg Na-Ascorbat.

50, 0 ml Joghurt wurden in einen Kolben pipettiert und mit 4, 0 ml gesättigter Oxalsäurelösung angesäuert. Nach kräftigem Umschwenken wurden 10, 0 ml gesättigter Kochsalzlösung zugesetzt und nach erneutem Umschwenken durch ein Falten-Filter Nr. 595 1/2 filtriert. Von dem so erhaltenen Milchserum wurden dann 25, 0 ml abpipettiert und mit der 0, 001 n Dichlorphenolindophenol-Lösung aus einer Mikrobürette titriert. 1 ml 0, 001 n Farbstofflösung entsprach 0, 088 mg Ascorbinsäure. Den Endpunkt der Titration zeigte der zartrosa Farbton an. Das in dieser Weise hergestellte Serum hatte eine titrimetrische Azidität entsprechend etwa 0, 08 n und einen pH-Wert von etwa 2, 7 (23, 42, 74, 89).

Die Vitaminbestimmung erfolgte in jedem einzelnen Fall doppelt, auch bei der unvitaminierten Kontrolle, bei der zu 10 Liter Mischmilch 100 ml steriles Wasser zugegeben wurden, um gleiche Bedingungen zu haben. Sämtliche Ansätze wurden verschlüsselt gekennzeichnet. Erst nach Vorliegen der Ergebnisse wurde der Schlüssel bekanntgegeben. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse in

Prozent vom Anfangswert (Ascorbinsäure bzw. Na-Ascorbat) angegeben. Da zwischen den einzelnen Rohmilchen statistisch keine Unterschiede zu sichern waren, wurden nur Durchschnittswerte aus den jeweils 10 Messungen angegeben.

Vor Beginn der eigentlichen Versuche wurden zahlreiche Titrations durchgeführt, um die Zuverlässigkeit der Methode zu prüfen.

5. Bestimmung der Keimzahlen:

Hierfür hat sich folgender Spezial Agar-Nährboden als besonders geeignet erwiesen.

Zusammensetzung für 1 Liter Agar-Nährboden:

tryptisch verdaute Magermilch	800 ml
Tomatensaft	100 ml
Würze	10 ml
Pepton (Difco)	4 g
Glucose	5 g
Lactose	5 g
Na-Acetat	1 g
Hefe-Extrakt (Difco)	5 g
Agar-Agar, Kobe 1, in Fäden	15 g
Wasser auf	1000 ml

$p_H - 6,8$

Die Keimzahlbestimmung erfolgte nach der Koch'schen Plattenmethode. Jede Verdünnung wurde doppelt angelegt. Die Bebrütung erfolgte jeweils 3 Tage bei 42^o C. Zur Herstellung der entsprechenden Verdünnungen benutzte ich die Spezialauslaufpipette nach Demeter.

6. Stäbchen:Kokken Verhältnis:

Die Feststellung des Verhältnisses Stäbchen zu Kokken wurde nach der Breed'schen Keimzahl-Methode (15, 68) durchgeführt. Mittels einer Spezialspritze wurden jeweils 0,01 ml aus der gutdurchmischten Joghurtprobe entnommen, über ein Quadrat von 1 cm Seitenlänge ausgebreitet und durch gelindes Erwärmen auf den Objektträger angetrocknet.

Hierauf erfolgte das Entfetten, Fixieren und Färben mit Methylenblaulösung nach Löffler. Nach dem Eichen des Mikroskopes mit dem Objektmikrometer wurden jeweils 20 Gesichtsfelder je Probe (bei Vergrößerung 1:1000) ausgezählt und dann das arithmetische Mittel genommen.

Nach einem Vorschlag von MALLMAN, BRYAN und BATEN (45) soll man sich bei diesem Verfahren mit einer Genauigkeit von $\pm 25\%$ begnügen.

7. Säuerungsverlauf:

Der potentielle Säuregrad wurde mittels Titration nach Soxhlet-Henkel (SH) bestimmt. Hierzu wurden 50 ml Joghurt in ein Becherglas gebracht, 2 ccm 2%ige alkoholische Phenolphthaleinlösung hinzugegeben und aus einer Bürette solange n/4-Natronlauge unter gleichzeitigem ständigem Umschwenken der Joghurtprobe zugefügt, bis der Joghurt für einige Zeit eine bleibende schwach rosarote Färbung angenommen hatte. Die an der Bürette abgelesenen Kubikzentimeter ergaben multipliziert mit 2, den Säuregrad des Joghurts. Zur Erleichterung bei Vergleichen mit den in anderen Ländern ermittelten Werten wurden die Titrationssäuregrade in "Milchsäure" angegeben (68).

Der aktuelle Säuregrad wurde elektrometrisch mit dem p_H -Meter bestimmt (68).

II. Besprechung der Untersuchungen

1. Untersuchungen über Vitamin-C-Gehalte:

a) Natürliche Vitamin-C-Gehalte von Joghurt:

Der Gehalt an Vitamin C in der Milch betrug in 49 Fällen - jeweils doppelt bestimmt - 10,9 mg/Liter, nur in einem Fall 10,5. Dieser Gehalt verringerte sich nach 8tägiger Lagerung bei 4°C auf 78,0%, bei 10°C auf 67,0% und bei 20°C auf 63,3% des Anfangs-Vitamin-C-Gehaltes der Mischmilchen.

b) Ascorbinsäure- bzw. Na-Ascorbat-Gehalte von vitaminisiertem Joghurt während Reifung und Lagerung

Die Dicklegung erfolgte durch jede der 3 verwendeten Kulturen genau nach

150 Minuten. Bei keiner der 5 Mischmilchen war durch Vitamin-C-Zusatz im Vergleich zu den Kontrollen eine schnellere Dicklegung zu notieren, ganz gleich, ob geringere oder hohe Dosen beigegeben wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie zeigen, daß der Vitamin-C-Gehalt bei der Dosierung 50 mg/l nach 2, 5 Stunden Bebrütungszeit relativ am stärksten abgefallen war. Dies ist nach 24 Stunden auch bei der Dosierung 100 mg/l der Fall. Nach 72 Stunden sind die Verluste bei 50 mg/l und 100 mg/l noch merklich höher als bei den höheren Dosierungen. Nach 120 Stunden gleichen sich die Verluste an Vitamin C in sämtlichen Dosierungen mehr und mehr aus und nach 192 Stunden steigt die Abnahme mit zunehmender Dosierung.

Die Werte in Tabelle 1 sind Durchschnittswerte aus den drei verwendeten Kulturen. Zwischen den einzelnen Kulturen gab es keine statistisch zu sichernden Unterschiede. Aus der Tabelle 1 ist auch zu entnehmen, daß sich die Verluste an Vitamin C bzw. Na-Ascorbat praktisch gleichen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Vitamin-C-Gehalte in den ersten vier Tagen bei den niederen Dosierungen, vom 4. Tag an bei den höheren Dosierungen relativ stärker abnahmen. Mit steigender Lagerungstemperatur nahmen die Ascorbinsäuregehalte ab.

Insgesamt gesehen können die Verluste selbst bei längerer Lagerung als gering angesehen werden. Im praktischen Betrieb können sich bei sachgemäßem Arbeiten kaum schlechtere Ergebnisse einstellen, da die gesamte Versuchsreihe unter praktischen Bedingungen durchgeführt wurde.

2. Bakteriologische Untersuchungen:

a) Keimzahlbestimmungen

Guter Joghurt hat nach Fertigstellung Keimgehalte zwischen 350 und 500 Millionen Keimen je ml (12).

Aus den vitaminisierten Proben wurden die in Tabelle 2 zusammengestellten Keimzahlen bestimmt. Bei den Keimzahlen traten Schwankungen auf. Beim Vergleich mit den Kontrollen konnten diese Schwankungen jedoch nicht statistisch gesichert werden.

Tabelle 1 (1. Teil)

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Ascorbinsäureverluste bei Ansatz in Höhe von				(in %)	Form der verwendeten Ascorbin- säure
		50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l	
Zu Beginn der Herstellung		100	100	100	100	100	
n. einer Bebrütg. von	1, 5	96, 3	97, 6	99, 7	99, 5	98, 3	
	2, 5	95, 6	97, 7	98, 1	97, 5	97, 2	
	24	94, 8	95, 5	97, 7	95, 9	95, 8	
	190	92, 6	93, 5	90, 9	89, 8	89, 9	
n. einer Lagerung von	24	92, 0	94, 3	96, 2	95, 1	95, 2	Ascorbin- säure (Hoechst)
	72	89, 1	89, 6	93, 4	92, 3	92, 8	
	120	87, 9	90, 2	92, 3	90, 9	91, 9	
	190	88, 7	89, 2	89, 6	88, 1	86, 8	
	24	90, 3	90, 6	93, 9	92, 6	94, 4	
	72	89, 1	89, 5	91, 5	90, 3	91, 6	
	120	87, 9	89, 5	89, 5	89, 5	90, 4	
	190	88, 2	88, 8	87, 5	86, 0	84, 8	

Tabelle 1 (2. Teil)

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Na-Ascorbatverluste (in %) bei Ansatz in Höhe von					Form der verwendeten Ascorbin- säure
		50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l	
Zu Beginn der Herstellung		100	100	100	100	100	
n. einer Bebrügg. von	1,5	96,9	97,6	99,6	99,5	98,3	
	2,5	95,8	96,7	98,0	97,5	97,2	
	24	95,1	95,7	97,6	96,0	95,9	
	190	93,0	93,7	91,1	90,0	90,1	
	24	92,4	94,5	96,0	95,2	95,4	
	72	89,7	89,8	93,4	92,4	93,0	
	120	88,5	90,5	92,3	91,1	92,1	
	190	89,2	89,3	89,6	88,3	87,2	
	24	90,8	90,8	93,9	92,8	94,6	
	72	89,7	89,7	91,9	90,5	91,8	
	120	88,5	89,7	89,5	89,7	90,6	
	190	88,9	89,1	87,5	86,2	85,2	

Na-Ascorbat
(Hoechst)

Tabelle 2

Zeitpunkt der
Untersuchung
in Stunden

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Keimzahlen bei den Ansätzen mit Zugabe von Vitamin C in Höhe von						Kon- trolle
		50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l		
n. einer Bebrütung von	0	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	
	1,5	76,0	74,0	75,2	78,3	91,0	44,2	
	2,5	652,5	635,0	326,0	495,1	555,0	606,0	
n. einer Lagerung von	24	535,0	765,0	512,0	480,0	795,0	480,0	
	190	602,0	682,0	485,0	510,0	560,0	510,0	
	24	600,0	740,0	480,0	430,0	760,0	510,0	
	72	625,0	705,0	475,0	425,0	700,0	560,0	
	190	678,0	539,0	460,0	410,0	640,0	680,0	
n. einer Lagerung von	24	705,0	920,0	500,0	450,0	860,0	590,0	
	72	680,0	860,0	405,0	405,0	740,0	520,0	
	190	460,0	417,0	285,0	320,0	390,0	360,0	

Tabelle 3

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Verhältnis Stäbchen/Kokken bei den Ansätzen mit Zugabe von Vitamin C in Höhe von							
		50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l	Kon- trolle		
n. einer Bebrütung von	0								
	1,5				1:4,5				1:4
	2,5	1:2	1:2,5	1:2	1:3	1:1,6			1:7
n. einer Lagerung von	24	1:1,05	1:1	1:0,95	1:1,55	1:1,2			1:2
	190	1:0,95	1:0,9	1:0,9	1:0,9	1:0,95			1:0,84
	24	1:1,05	1:1	1:0,82	1:1,12	1:1,15			1:0,92
	72	1:1,1	1:0,97	1:0,87	1:0,95	1:1,1			1:0,96
	120	1:0,9	1:1	1:0,82	1:0,9	1:0,95			1:1,18
	190	1:0,85	1:0,95	1:0,75	1:0,9	1:0,8			1:0,81
20°C	24	1:1,02	1:1,1	1:0,9	1:1,1	1:1,05			1:0,86
	72	1:1,05	1:0,97	1:0,9	1:0,95	1:1,05			1:1,1
	120	1:1	1:0,95	1:0,9	1:0,95	1:0,9			1:0,98
	190	1:0,92	1:0,85	1:0,85	1:0,9	1:0,8			1:0,97
									1:0,82

Tabelle 4

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Potentieller Säuregrad bei den Ansätzen mit Zugabe von Vitamin C in Höhe von					
		50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l	Kon- trolle
n. einer Bebrütung von	42° C	0					
		1, 5	0, 23	0, 22	0, 24	0, 24	0, 23
		2, 5	0, 36 0, 78	0, 35 0, 76	0, 35 0, 65	0, 35 0, 70	0, 37 0, 74
n. einer Lagerung von	4° C	24	0, 96	0, 92	0, 96	0, 96	0, 90
		190	1, 00	1, 04	1, 11	1, 04	1, 02
	10° C	24	1, 09	0, 97	0, 91	1, 02	0, 98
		72	1, 15	1, 11	1, 02	1, 13	1, 09
		120	1, 26	1, 17	1, 11	1, 24	1, 13
		190	1, 25	1, 15	1, 15	1, 20	1, 15
	20° C	24	1, 15	1, 11	1, 04	1, 06	1, 06
		72	1, 28	1, 33	1, 24	1, 19	1, 24
		120	1, 46	1, 47	1, 34	1, 26	1, 36
		190	1, 41	1, 44	1, 44	1, 47	1, 40

Tabelle 5

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden		Temp. z. Zt. der Proben- nahme	Aktueller Säuregrad bei den Ansätzen mit Zugabe von Vitamin C in Höhe von						Kon- trolle
n. einer Bebrütung von	2, 5	42° C	50 mg/l	100 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	800 mg/l		
			4, 50	4, 70	4, 80	4, 40	4, 40		4, 40
	24 190	4° C	3, 90 3, 60	3, 90 3, 70	4, 00 3, 80	3, 80 3, 60	3, 90 3, 60		4, 20 3, 50
	24 72 190	10° C	3, 60 3, 50 3, 50	3, 80 3, 60 3, 60	3, 70 3, 60 3, 60	3, 90 3, 50 3, 50	3, 70 3, 50 3, 50		4, 30 4, 10 3, 60
n. einer Lagerung von	24	20° C	3, 60	3, 60	3, 70	3, 60	3, 70		3, 80
	72		3, 40	3, 40	3, 50	3, 30	3, 40		3, 40
	190		3, 30	3, 35	3, 40	3, 30	3, 30		3, 60

Tabelle 6

Zeitpunkt der Untersuchung in Stunden	Temp. z. Zt. der Proben- nahme in °C	Keimgehalt in Mill./ml	Verhältnis Stäbchen: Strepto- kokken wie 1:	Milchsäure in %
n. einer Bebrütung von	0	10,0	4,3	0,23
	1,5	66,4	7,0	0,36
	2,5	570,0	2,1	0,72
	24	550,0	1,0	0,90
	190	530,0	0,9	1,02
n. einer Lagerung von	24	550,0	1,0	0,99
	72	550,0	1,1	1,11
	120	570,0	0,9	1,13
	190	560,0	0,9	1,14
	24	655,0	1,1	1,06
	72	570,0	1,0	1,23
	120	455,0	1,0	1,35
	190	370,0	0,8	1,42

b) Bestimmung des Verhältnisses Stäbchen/Kokken

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, wurde während der Dicklegungszeit nur das Stäbchen/Kokken-Verhältnis in der Dosierung 400 mg/l und bei der Kontrolle untersucht.

Nach 1, 5 Stunden sind es siebenmal mehr Kokken als Stäbchen, jedoch wird deren Wachstum durch die zunehmende Säuerung gehemmt. Der fertige Joghurt hatte durchschnittlich ein Stäbchen/Kokken-Verhältnis wie 1:2 und erfüllte somit die Forderungen von KUNDRAT (40) und WELL (87). Nach den vorliegenden Ergebnissen hatte die Vitaminierung des Joghurts weder mit Ascorbinsäure noch mit Na-Ascorbat einen ungünstigen Einfluß auf die Zusammensetzung der Joghurtkultur.

3. Die Säuerung im vitaminisierten Joghurt:

a) Der potentielle Säuregrad

Joghurt soll nicht fade schmecken, sondern sauer sein, jedoch nicht übersäuert. Das typische Joghurtaroma bildet sich erst bei hohem Säuregrad. Der richtige Säuregrad von normalem Joghurt liegt bei 0,86 bis 0,94% Milchsäure in einer Milch mit 2-3% Fett (53, 57).

Die vorliegenden Ergebnisse der Tabelle 4 in Milchsäureprozenten sind Durchschnittswerte aus den drei verwendeten Kulturen mit 50 Mischmilchen.

Während der Reifung und einer Lagerung bei 4°C ergaben sich keine unterschiedlichen Werte zwischen vitaminisiertem und unvitaminisiertem Joghurt. Lediglich bei Lagerungstemperaturen von 10°C und 20°C scheint der vitaminisierte Joghurt etwas stärker zu säuern. Diese geringe Differenz ist jedoch nicht statistisch zu sichern.

Hinsichtlich Ascorbinsäure und Na-Ascorbat ergaben sich keine Unterschiede in der Säuerung. Die Schwankungen gegenüber den Kontrollen lagen sowohl für Ascorbinsäure als auch für Na-Ascorbat innerhalb der Fehlergrenze.

b) Der aktuelle Säuregrad

Die p_H -Wert-Messungen wurden nur bei den Versuchen mit einer Kultur durchgeführt.

Die Messung der vitaminisierten Joghurtmilch unmittelbar nach der Zugabe des Vitamin C bzw. Na-Ascorbat ergab keine Erhöhung des Säuregrades im Vergleich mit der unvitaminisierten Milch.

Aus der Tabelle 5 ist zu ersehen, daß selbst die Proben mit 800 mg Ascorbinsäure je Liter bzw. Na-Ascorbat-Zugabe keine Erhöhung der Säuerung beim fertigen Joghurt gegenüber den unvitaminisierten Proben aufwiesen.

Es macht sich jedoch nach 24 Stunden eine Erhöhung der Säuerung gegenüber den Kontrollen bemerkbar. Diese Erhöhung wird mit steigender Lagerungstemperatur im Vergleich zu den unvitaminisierten Proben geringer.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse über den Keimgehalt, Verhältnis Stäbchen:Streptokokken und Milchsäuregehalt während Herstellung und Lagerung:

Die Werte der Tabelle 6 sind Durchschnittswerte aus den Ergebnissen mit drei verwendeten Joghurtkulturen. Sie sind deshalb zu vertreten, weil sich weder im Vergleich Ascorbinsäure/Na-Ascorbat noch im Vergleich vitaminisierter Joghurt/unvitaminisierter Joghurt bezüglich Keimgehalt, Verhältnis von Stäbchen/Streptokokken und Säuerung statistisch gesicherte Unterschiede ergeben hatten, was sich auch noch mit der Beobachtung deckt, daß in der Dickleungszeit keine Schwankungen aufgetreten waren.

5. Organoleptischer Befund:

Von den drei verwendeten Joghurtkulturen führten zwei zu Erzeugnissen mit etwas besserer Konsistenz, was darauf zurückzuführen war, daß der in diesen Kulturen vorhandene *Lactobacillus bulgaricus* schleimbildend war. Im Aussehen waren alle Joghurtansätze gleich, und zwar unterschiedslos ob mit oder ohne Zusatz. Molkenziehen und Grießligwerden waren nie festzustellen, selbst dann nicht, wenn die fertigen Kulturen kräftig durchgerührt und stehengelassen wurden. Beim organoleptischen Befund konnte zu keinem Zeitpunkt irgendein Fehler festgestellt werden, nach längerer Lagerung trat jedoch Übersäuerung ein. Bei Ascorbinsäuregehalten von 400 mg/Liter Milch und noch mehr bei solchen von 800 mg/l war ein deutlich saurerer, aber reiner Geschmack festzustellen, der gegenüber dem der Kontrolle auffiel.

D. DISKUSSION

Wie bekannt, ist der menschliche Körper nicht in der Lage, Vitamin C zu synthetisieren oder zu speichern, so daß vor allem in den Winter- und Frühjahrsmonaten vielfach ein Mangel an Vitamin C auftritt.

Nach UHL (82), KRAINZ (36), NAMYSŁOWSKI (50), KASSYMOW (29) und SCHEUNERT (64) beträgt der tägliche Ascorbinsäurebedarf des Menschen 75-150 mg.

In den letzten Jahren wurden Möglichkeiten vorgeschlagen und untersucht, verschiedene Lebensmittel mit Vitamin C anzureichern. Mit dieser Frage beschäftigten sich bereits BESSONOW und WOLFSON (8), FRAGNER, BLATNA und MANOUSKOVA (19), STEFANOVA (77), LÜCK (43) sowie ŠULC und HOLKOVA (78). Hierbei war zu notieren, daß durch Ascorbinsäure die Lebensmittel in ihrer geschmacklichen Beschaffenheit durchaus nicht unbeachtlich beeinflußt wurden. LÜCK (43) sowie ŠULC und HOLKOVA (78) werteten erstmals Joghurt als ein Lebensmittel mit typisch saurem Geschmack durch Ascorbinsäurezusatz auf. Während LÜCK (43) an Versuchspersonen nach Verzehr von vitaminisiertem Joghurt den Ascorbinsäureverlust durch Urinuntersuchungen festzustellen versuchte, wurde von ŠULC und HOLKOVA (78) als auch in der vorliegenden Arbeit die Vitamin-C-Abnahme in vitaminisiertem Joghurt im Verlauf von 8 Tagen bei verschiedenen Lagerungstemperaturen bestimmt.

ŠULC und HOLKOVA (78) reicherten 200 ml-Portionen Joghurt mit 25 mg Ascorbinsäure an und bestimmten lediglich die Verluste an Vitamin C, während sich die vorliegenden Untersuchungen auf die Bestimmung der Verluste bei der Vitaminierung sowohl mit Ascorbinsäure als auch mit Na-Ascorbat erstreckten, wobei bis zu 160 mg Vitamin C zu 200 ml Joghurt zugesetzt wurde. Darüber hinaus wurden die Keimzahlen bestimmt, das Stäbchen/Kokken-Verhältnis untersucht, der potentielle und der aktuelle Säuregrad gemessen und schließlich noch der organoleptische Befund erhoben.

Der natürliche Gehalt an Vitamin C in Milch betrug bei den vorliegenden Untersuchungen 10,9 mg/l (2,2 mg/200 ml, entsprechend einem Glas Joghurt). Diese Werte decken sich mit den Angaben von SCHEUNERT, BRÜGGMANN, HORN und HILL (66). Nach der Reifung lag der natürliche Ascorbinsäuregehalt unverändert bei 2,2 mg in 0,2 ml Joghurt.

Die Dicklegung des vitaminisierten Joghurts erfolgte jeweils nach 150 Minuten. Gleiche Werte ermittelten PETTE (53) und KUNDRAT (40), während in den Versuchen von SCHMIDT (67) und GOLL (21) durchschnittlich 4-6 Stunden zur Dicklegung erforderlich waren.

Der Ascorbinsäurezusatz nahm keinen Einfluß auf das Wachstum der verwendeten Joghurtkulturen; es traten keine statistisch zu sichernden Schwankungen gegenüber den Kontrollen auf. Die erhebliche Vitamin-C-Abnahme, die sich während der Reifung des Joghurts ergab, wurde m.E. vor allem durch die Wärme und die starke Keimvermehrung verursacht. PALLADINA und ANOSCHKINA (52), ESSELEN (17), BROCHU, RIEL und VEZINA (11), KUTSCHMI (41), HOROWITZ-WLASSOWA und BUCHMANN (28) sind der Ansicht, daß durch die anfänglich rasche Keimvermehrung wohl Ascorbinsäureverluste eintreten, die später jedoch teilweise oder auch vollständig wieder ausgeglichen würden. In den vorliegenden Versuchen konnte weder ein Stillstand in der Abnahme noch eine Zunahme im Ascorbinsäuregehalt beobachtet werden.

Bei der Untersuchung des Stäbchen/Kokken-Verhältnisses ergaben sich ideale Werte. Die Resultate stimmen vollkommen mit den Forderungen überein, wie sie PETTE und LOKEMA (58), DORNER (16), KUNDRAT (40), WEIL (87) und SCHLOSSBERGER (66) an einen guten Joghurt stellen.

Auf die Konsistenz und das Aussehen des Joghurts wirkte sich der Zusatz von Ascorbinsäure bzw. Na-Ascorbat nicht negativ aus. Nach 24 Stunden war jedoch der Säuregehalt gegenüber den Kontrollen etwas erhöht. Bei der Lagerungstemperatur von 4°C war die Aciditätszunahme sowie die Ascorbinsäureabnahme am geringsten. Da Joghurt jedoch immer bei 4°C gelagert werden soll, dürfte die Gefahr einer Übersäuerung gering sein. Der Ascorbinsäureverlust betrug bei dieser Lagerungstemperatur selbst nach 8 Tagen nur 8,9%. Bei höheren Lagerungstemperaturen waren größere Verluste zu notieren. Diese Ergebnisse stimmen mit ähnlichen Versuchen von GODED (20) sowie BESSONOW und WOLFSON (8) überein.

In den Dosierungen von 150-300 mg Vitamin C je Liter Joghurt - 30 bis 60 mg pro 0,2 l - war die Verminderung des Ascorbinsäuregehaltes am geringsten. Sie betrug nach 24 Stunden bei einer Lagerungstemperatur von 4°C 2,3%, bei 10°C 3,8% und bei 20°C 6,1%. Nach 8 Tagen betrugen die Verluste 9,1% bzw. 10,4% und 12,5%. Im allgemeinen kann man damit rechnen, daß der Verbraucher Joghurt bereits 1 bis 2 Tage nach der Herstellung verzehrt. Im Falle einer Ascorbinsäurezugabe von 200 mg pro Liter Jog-

hurt und bei einer Lagerungstemperatur von 4°C würde er nach 24 Stunden in einem Glas Joghurt noch mindestens 97,7% der zugegebenen Ascorbinsäure - 42,2 mg - zu sich nehmen können, was etwa der Hälfte des täglichen Bedarfs entsprechen würde. Vor allem in Monaten mit geringem Vitamin-C-Angebot könnte so der Tagesbedarf durch den Verzehr von etwa 2 Gläsern Joghurt voll gedeckt werden.

E. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die einschlägige Literatur über Joghurtherstellung und Ascorbinsäure wird diskutiert.
2. Der natürliche Gehalt an Vitamin C in Joghurt ist mit durchschnittlich nur 2,2 mg in 0,2 l, entsprechend einem Glas Joghurt, unbeachtlich.
3. Aus finanziellen Gründen kommen bei der Vitaminierung natürliche Vitamin-C-Quellen kaum in Frage. Zudem ist die Vitaminierung mit synthetischer L-Ascorbinsäure technisch leichter durchzuführen.
4. Die Dicklegung des Joghurts erfolgte bei den drei verwendeten Kulturen in allen Fällen jeweils nach 150 Minuten.
5. Der Zusatz von Ascorbinsäure bzw. Na-Ascorbat zu Joghurt hat keinen nachteiligen Einfluß auf die verwendeten Reinkulturen. Das Verhältnis Stäbchen zu den Kokken bleibt unverändert. Die Keimzahlbestimmung ergibt keine statistisch gesicherten Abweichungen.
6. Der Geschmack des Joghurts wird durch den untersuchten Vitaminzusatz nicht beeinträchtigt, ebensowenig Aussehen, Konsistenz und Geruch. Erst bei Dosierungen von 400 bzw. 800 mg/l Joghurt ist gegenüber der praktisch vitaminfreien Kontrolle der Geschmack etwas sauer.
7. Die Verluste an Vitamin C sind bei den Dosierungen im Bereich von 150-300 mg je Liter (30 bis 60 mg in einem Glas, 0,2 l Joghurt) am geringsten. Die Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes ist von der Lagerungstemperatur abhängig. Da Joghurt vorschriftsmäßig meist bei 4°C gelagert wird, sind selbst nach 8 Tagen nur geringfügige Verluste zu befürchten (8,9%). Wird Joghurt bei höheren Temperaturen gelagert, so entstehen größere Verluste (12,9% bei 20°C).
8. Aus ernährungsphysiologischen Gründen muß der Zusatz von Vitamin C zu Joghurt empfohlen werden. Da der menschliche Körper Vitamin C nicht speichern kann, wäre vor allem in Zeiten eines niedrigen Vitamin-C-Angebots, wie das besonders in den Winter- und Frühjahrsmonaten der Fall ist, eine Vitaminierung des Joghurts angezeigt.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adam, A.: Homogenisierte und D-vitamierte Kindervorzugsmilch.
Milchwiss. 5 (1950), 9;
2. Anhagen, E. und W. Grab: Milch in der Rachitisprophylaxe.
Milchwissensch. Berichte 5 (1950), 299;
3. Babajew, J.: Tierzucht (1957), Nr. 12;
zit. n. Wodsak;
4. Balsanelli, F.: Recherches sur la possibilité de synthèse du facteur C de la part de B. bulgaricus et du streptocoque lactique.
Boll. sez. ital. soc.intern.microbiol. 10 (1938), 145;
5. Bassalleck, H. und C. Dieck: Untersuchungen über ein neues fernwirksames Blutstillungsprinzip.
Med.Klinik 48 (1953), 1115;
6. Beresowskaja, N.N., Ss.M.Bessonow, S.W.Kotschetkowa u.Ss.N.Matzko: Ispolsowanie powareremoissoli, obogaschtscheremoissoli, asskorbinowoi kisslotoi, dlja witaminisatii bljud na predprijatijatijac hobschtschestwennogo pitaniya.
Woprosy Pitaniya 12, Nr. 5 (1953), 53;
7. Bergey, D.H.: Manual of Determinative Bacteriology.
Baltimore, Williams and Wilkins Comp. 5 (1948), 305;
8. Bessonow, S.M. und G.G. Wolfson: Vitaminisatrija moloka; molotschnych bljud asskorbinowoi kisslotoi.
Woprosy Pitaniya, 12 (1953), 59;
9. Birdsall, J.J., L.J. Teply und P.H. Derse: Effects of light on homogenized whole milk and some fortified milk products.
Food Technol. 12 (1958), 670;
10. Block, R.J.: Biologische Studien über den Wert der Ernährungsergänzungen mit Milch und Milcherzeugnissen.
J. Am. Diet. Assoc. 25 (1949), 937;

11. Brochu, E.,
R. Riel und
Cl. Vezina: Die Milchsäurebakterien und fermentierte
Milch.
Recherches Agronomiques, Kanada 3 (1959), 2255;
12. Ciblis, E. und
Chr. Schmall: Versuche zur Qualitätsverbesserung von Joghurt.
Kieler Milchwirtsch. Forschungsber. 13 (1961), 77;
13. Clark, G.L. und
T.B. Parks: Ascorbinsäure- und Laktoflavinschädigung und der
durch Sonnenbestrahlung in braunen, klaren, roten
und Papierflaschen hervorgerufene Geschmacksfeh-
ler der Milch.
J. Dairy Science 35 (1952), 772;
14. Davidov, R.B.: Vop. Piton 4 (1957), 35;
zit. n. Wodsak;
15. Demeter, K.J.: Bakteriologische Untersuchungsmethoden der
Milchwirtschaft.
Verlag Ulmer, Stuttgart 1952;
16. Dorner, W.: Allgemeine und milchwirtschaftliche Mikrobiologie.
Verlag Huber, Frauenfeld-Leipzig 1943;
17. Esselen, jr. W.B.: Influence of bacteria on oxydation of ascorbic acid.
Food Res. 4 (1939), 329;
18. Euler, H.V. und
H. Hasselquist: Über die Teilnahme der Ascorbinsäure und der
Dehydro-Ascorbinsäure am pflanzlichen und tieri-
schen Stoffwechsel.
Hoppe Seyler's Ztschr. phys. Chem. 303 (1956), 176;
19. Fragner, J.,
J. Blatná und
J. Manouskova: Die Vitamination von Salz und Zucker mit
l-Ascorbinsäure.
Prumysl Potravin 9 (1958), 371;
20. Goded, A.: El acido ascorbico en la leche y los productos
lacteos.
Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und For-
schung 100 (1955), 307;
21. Goll, O.: Verfahren zur Herstellung von Joghurt und Anwen-
dung so erzeugten Joghurts zur Herstellung von
Frischkäse.
Deutsche Patentsammlung 53e, 6/01, G 7383;

22. Graser, E.: Die Rachitisprophylaxe in einer Großstadt der gemäßigten Zone bei Verwendung von UV-Bestrahlung der Milch.
D.S.A. 12 (1950), 269;
23. Gstirner, F.: Chemisch-physikalische Vitaminbestimmungsmethoden.
Verlag Enke, Stuttgart 1940;
24. Hellström, V.: Die Haltbarkeit des Vitamin C bei der Verarbeitung von rohen Vegetabilien.
Ztschr. Vitamin-Hormon-Fermentforschg. 5 (1952/53), 98;
25. Heupke, W.: Milch als Gegengift.
Zuivelerbereiding en Handel 58 (1952), 83;
26. Heupke, W.: Milch in der Ernährung bei Lungenkranken.
Feld und Wald 70 (1951), 38;
27. Heupke, W.: Körperentgiftung durch Milch.
Schweizer-Milch-Zeitung 78/33 (1952), 207;
28. Horowitz-Wlassowa, L.M.
und N.D.Buchmann: Über die Wirkung der Mikroorganismen auf Vitamin C.
Zbl. Bact. II. 100 (1939), 247;
29. Kassymow, A.K.: O gipowitaminose C pri sheludotschnokischetschnych sabolewanijack detei.
Pediatrija 2 (1954), 32;
30. Keller, H.,
O.Mrozek,
H.Prenzel und
H.A.Simon: Vitaminisierte Trinkmilch.
Milchwiss. 8/9 (1951), 267;
31. Kersten, H.,
W.Kersten und
H.Srädinger: Zum Wirkungsmechanismus der Ascorbinsäure.
Biochemie 328 (1956), 24;
32. Kon, S.K.: Einfluß der Hitzebehandlung und des Lichts auf die Zusammensetzung und die Qualität der Milch.
Milchwiss. 13 (1958), 376;

33. Kooy, J.S.: Joghurt made from cream.
Nederlands Melk-en Zuiveltijdschrift 7 (1953), 105;
34. Kotter, L.: Hygienische Überwachung der Milch.
Arch. Lebensmittelhyg. 13 (1962), 21;
35. Kotter, L.,
G. Terplan und
G. Pfeifer: Über den Einfluß von Desinfektionsmittelresten
auf die Beurteilung von Milch.
Arch. Lebensmittelhyg. 13 (1962), 9;
36. Krainz, V.: Versuch einer Bewertung des Ascorbinsäure-Bedarfs
der Sportler im Verhältnis zur physischen Anstrengung.
Nahrung 3 (1959), 819;
37. Kroker, F.: Über das Vitamin C in Kuh- und Frauenmilch und
die Möglichkeit der Herstellung einer Vitamin-C-
Milch.
Milchwirtsch. Forschg. 19 (1938), 318;
38. Kumetat, K.: Grundlagen der Molkenverwertung.
Südd. Molkereiztg. 69 (1948), 2;
39. Kundrat, W.: Beitrag zur Kenntnis der Milchsäurebakterien.
Zbl. Bact. Abt. II, 111 (1958), 249;
40. Kundrat, W.: Neue Erkenntnisse und technische Fortschritte auf
dem Gebiet der Joghurt- und Sauermilchgetränke-
Herstellung.
Molkerei- und Käserei-Ztg. Hildesheim 6 (1955),
1556;
41. Kutschmi, M.J.: Witamin C w korowjem moloka i katyke i neko-
torye wopropy powyschenija egosodjershanja.
Woprosy pitania 14 (1955), 45;
42. La Roche: Vitamin Vademecum.
La Roche 1960;
43. Lück, H.: Joghurt mit Vitamin-C-Zusatz.
Milchwiss. 7 (1952), 145;
44. Lück, H. und
A. Schillinger: Untersuchungen über den Einfluß von Sauerstoff
auf verschiedene Milchbestandteile.
Ztschr. Lebensmittelunters. und Forschg. 110 (1959),
278;

45. Mallman, W.L., C.S. Bryan und W.D. Baten: A study of methods for the microscopic examination of raw milk with suggested improvements. Journ. Dairy Science 28 (1945), 86;
46. Mapson, W. und F.A. Isherwood: Biologische Synthese der Ascorbinsäure. Biochem.J. 9 (1955), 59;
47. Merck, E.: Vitamine. E. Merck, Darmstadt 1957;
48. Mouriquand, G.: Extrait de Pédatrie (1950), zit. n. Wodsak;
49. Müller, W. und A. Nover: Kernveränderung in den Ganglienzellen der Netzhaut bei experimentellem Vitamin-C-Mangel. Ztschr. Vit.-Hormon- und Fermentforsch. 7 (1955), 277;
50. Namyslowski, L.: Versuch einer Bewertung des Ascorbinsäure-Bedarfs der Sportler im Verhältnis physischer Anstrengung. Nahrung 3 (1959), 828;
51. Neseni, R.: Vitamine und Vitaminierung der Milch. D. Milchwirtsch. 1 (1954), 51;
52. Palladina, O.K. u. A.A. Anoschkina: Der C-Vitamingehalt in der Milch und seine Synthese während der Milchsäuregärung. Mikrobiol. 6 (1937), 6;
53. Pette, J.W.: Joghurt und seine Probleme. Kieler Milchwirtsch. Forschungsber. 9 (1957), 177;
54. Pette, J.W. und J.S. Kooy: Bacteriophages in Joghurt. Neth. Milk Dairy J. 6 (1952), 233;
55. Pette, J.W. und H. Lolkema: Symbiosis and antibiosis in mixed cultures of *Lb. bulgaricus* and *Sc. thermophilus*. Neth. Milk Dairy J. 4 (1950), 197;
56. Pette, J.W. und H. Lolkema: Growth stimulating factors for *Sc. thermophilus*. Neth. Milk Dairy J. 4 (1950), 209;
57. Pette, J.W. und H. Lolkema: Acid production and aroma formation in yoghurt. Neth. Milk Dairy J. 4 (1950), 261;
58. Pette, J.W. und H. Lolkema: Factors influencing the proportion of streptococci and lactobacilli in a yoghurt culture. Neth. Milk Dairy J. 5 (1951), 14;

59. Puntoni, V.: Moderne Blickpunkte über die therapeutische Wirkung der Milchfermente.
Ann. Jgiene 49 (1939), 533;
60. Randoin, L. und A. Perriteau: Lait 33 (1953), 321;
zit. n. Wodsak;
61. Ransom, R.W.: Joghurt-Rahm.
Lait 33 (1953), 299;
62. Rentsch, A.: Vitamin C und Prophylaxe der Erkältungskrankheiten.
D. Gesundheitswesen 10 (1955), 1287;
63. Scheer, K.: Neun Jahre Milchbestrahlung zur Rachitisbekämpfung in Frankfurt/Main.
Med. Klin. W. 44 (1949), 574;
64. Scheunert, A.: Der Tagesbedarf des Erwachsenen an Vitamin C.
Ztschr. Vitamin-Hormon- und Fermentforschg. 2 (1948/49), 625;
65. Scheunert, A., J. Brüggemann, V. Horn und H. Hill: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie.
Verlag Parey, Berlin-Hamburg 1957;
128-130; 236-237;
66. Schloßberger, B.: Untersuchungen über die unterschiedliche Entwicklung von *Lb. bulgaricus* und *Str. thermophilus* in Milch und über die vermutlich für eine Symbiose verantwortlichen Ursachen.
Diss. Weihenstephan 1953;
67. Schmid, H.: Joghurtherstellung in den USA.
Molkerei- und Käserei-Ztg. Hildesheim 86 (1952), 685;
68. Schönberg, F.: Milchkunde und Milchhygiene.
Verlag Schaper, Hannover 1956; 32-34; 197-246; 340-341; 346;
69. Schröder, H.: Vitaminmangelzustände unter den heutigen Ernährungsverhältnissen.
Münchener med. W. 102 (1960), 256;
70. Schulz, M.E.: Die Herstellung von Joghurt.
Molkerei- und Käserei-Ztg. Hildesheim 1 (1950), 27;

71. Schulz, M.E.: Joghurt und Joghurt-Kulturen.
Milchwissensch. Berichte 4 (1949), 206;
72. Schulz, M.E.
und E. Voss: Die Haltbarkeit von Joghurt.
Kieler Milchwirtsch. Forschungsber. 8 (1956), 1;
73. Schulz, M.E.,
E. Voss und
W. Kley: Untersuchungen über die Anwendbarkeit der
Acetaldehydfarbreaktion zur Beurteilung von Joghurt.
Milchwiss. 9 (1954), 361;
74. Sinell, H.J.: Versuche zur Verarbeitung und zum Nachweis von
Ascorbinsäure in Fleischwaren.
Fleischwirtsch. 9 (1957), 687;
75. Sluzewski, M.: Die Bestandteile der Milch und ihre Rolle bei den
Stoffwechselvorgängen.
Allgem. Zuivel-en Melkhygiene Weekblad 44 (1951),
433;
76. Souci, W. und
A. Schillinger: Die Eignung alkoholischer Vitamin-A und Vitamin-
D-Lösungen zur Vitaminierung der Milch.
Milchwiss. 13 (1958), 162;
77. Stefanova, V.: Milch und Kefir mit Vitamin C.
Molocnaja Promyslennost' 8 (1958), 16;
78. Sulc, J. und
L. Holkova: Vitaminace jogurtu vitaminem C.
Veda a Vyzkum Prumyslu Potravinarskum 6 (1960), 1;
79. Szczygiel, M.: Untersuchungen über jahreszeitlich bedingte
C-Hypovitaminose und ihre Verhinderung durch
den Verzehr von Rohkostsalaten.
Nahrung 1 (1957), 265;
80. Trentel, F.R.: Milchdiät bei Krankheiten des Menschen.
Milchwiss. 6 (1951), 282;
81. Trentel, F.R.: Milch als Heilmittel bei Brandwunden.
Allgem. Zuivel Melkhygiene Weekblad 44 (1951), 383;
82. Uhl, E.: Ascorbinsäurebedarf von Erwachsenen.
Ztschr. Lebensmittelunters. und Forschung 113 (1960),
258;
83. Van Duin, H.: Über die Geschmacks- und Geruchsbildung im Joghurt.
Milchwiss. 10 (1955), 353;

84. Vleeschauwer de, A.,
F. Okerman und
M. Naudts: Studie über einzelne Eigenschaften von Joghurt-
bakterien.
Medel. Landbouwhoges. Opzoekingsstat. Gent
19 (1954), 752;
85. Wagner, K.H.: Die Vitaminierung von Milch, Milchprodukten,
Margarine und Fetten mit den Vitaminen A und D.
Fette, Seifen und Anstrichmittel 56 (1954), 681;
86. Wauschkuhn, B.: Unregelmäßiges Gefüge im Joghurt.
Molkerei- und Käsezeitschrift 6 (1955), 1611;
87. Weil, A.J.: Die bakteriologische Kontrolle des Joghurt.
Zbl. Bakt. II 69 (1927), 321;
88. Wenger, R.: Bericht über das Symposium über Ascorbinsäure in
Mainz 1964.
L und E. (1964), 8;
89. Willberg, B.: Die Bestimmung von Vitamin C in Milch.
Ztschr. Untersuchg. von Lebensmitteln 76 (1938),
128;
90. Wodsak, W.: Die Haltbarkeit der Vitamine der Milch beim
Pasteurisieren, Sterilisieren und bei der Herstel-
lung von Kondensmilch.
Nahrung 6 (1960), 207;
91. Woods, R.: Dynamische Beziehungen der Aminosäureernährung.
Milchwissensch. Berichte 6 (1951), 325;
92. Zeilinger, A. und
W. Binder: Versuche zur Herstellung säurearmen Joghurts.
Milchwissensch. Berichte 5 (1955), 324;
93. - - : Vitamin-C-Versorgung der westdeutschen Bevöl-
kerung.
Nachr. Chemie und Technik 7 (1959), 165;
94. - - : "Beratungsbericht",
Verlag Hassenkamp Bonn, Nr. 20;
95. - - : Schmerzstillende Wirkung von Vitamin C.
Nachr. Chemie und Technik 4 (1956), 245;
96. - - : Verordnung M Nr. 1/63 vom 28.6.1963 über
Preise für Milch. BAnz. Nr. 17.

Am Ende meiner Arbeit erlaube ich mir, Herrn
Professor Dr. L. K o t t e r für die freundliche
Überlassung des Themas, die Durchsicht der Ar-
beit sowie für das jederzeit entgegengebrachte
Interesse herzlich zu danken.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. W. K u n d r a t
und Fräulein A. F a b e r für zahlreiche Hinwei-
se und die freundliche Unterstützung bei der
Arbeitseinweisung.

L e b e n s l a u f

Am 9. Januar 1939 wurde ich, Michael Baumann, als Sohn des Landwirts Fritz Baumann und seiner Ehefrau Katharina, geb. Krieglmeier, in Buchenhüll geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule 1945 in Buchenhüll und des Hum. Gymnasiums in Eichstätt 1950, bestand ich im Juli 1959 mein Abitur.

Im Wintersemester 1959/60 begann ich mit dem Studium der Tiermedizin in München und bestand im August 1964 das Tierärztliche Examen.

Zu Ostern 1964 heiratete ich meine Frau Brigitte, geb. Günl. Aus dieser Ehe ging eine Tochter hervor.

